



GRAU EN ÒPTICA Y OPTOMETRIA

TREBALL FINAL DE GRAU

TÈCNIQUES D'AVALUACIÓ DE LES HABILITATS VISUALS EN OPTOMETRIA ESPORTIVA

Sara Palma Alcántara

Lluïsa Quevedo i Junyent
Òptica i Optometria

27 de Juny 2013



GRAU EN ÒPTICA I OPTOMETRIA

La Sra. Lluïsa Quevedo i Junyent, com a tutora del treball

CERTIFICA

Que la Srta. Sara Palma Alcántara ha realitzat sota la seva supervisió el treball Tècniques d'avaluació de les habilitats visuals en optometria esportiva que es recull en aquesta memòria per optar al títol de grau en Òptica i Optometria.

I per a què consti, signo aquest certificat.

Sra. Lluïsa Quevedo i Junyent Tutora del treball



Terrassa, 13 de Juny de 2013

Agraïments

Felicitat és la paraula que descriu com em sento redactant aquest apartat del treball.

Després de llargs mesos de feina i estrès, m'agradaria agrair a la meva tutora Lluïsa Quevedo i Junyent, la seva dedicació i la força que ha demostrat seguint endavant amb nosaltres.

Seguidament agrair als meus companys de TFG, l'Òscar i la Paola que m'han donat suport moral i companyia durant les tardes a la universitat.

A la meva família, en especial els meus pares que han sofert els meus canvis d'humor i a la meva germana per la seva implicació revisant-me el treball.

Els meus amics, de la universitat amb els quals he patit l'estrès conjuntament i m'han donat carinyo i ganes per continuar treballant.

Per acabar a les meves amigues Nefer, Ana i Irene, que m'han fet oblidar aquesta rutina de feina, en especial agrair a l'Ana, que m'ha aportat els seus coneixements amb la llengua anglesa.

Mil gràcies

Cuando menos lo esperamos, la vida nos coloca delante un desafío que pone a prueba nuestro coraje y nuestra voluntad de cambio
Paulo Coelho



GRAU EN ÒPTICA I OPTOMETRIA

Tècniques d'avaluació de les habilitats visuals en optometria esportiva

RESUM

En l'actualitat l'esport es considera cada vegada més relacionat amb la visió. La importància de millorar i saber les limitacions de cada esport és una base per poder obtenir resultats òptims. En aquest treball s'analitza l'evolució de la visió esportiva, les diferents àrees d'actuació visuals per cada tipus d'esport segons el seu funcionament, i es fa un seguiment dels diferents mètodes o instruments que s'utilitzen per dur a terme una avaluació precisa de cada habilitat. Amb el desenvolupament de nova tecnologia, s'han incorporat noves tècniques de mesura, més dinàmiques i orientades a treballar a camp obert. Com es mostra, hi ha alguns instruments dedicats a la pràctica esportiva i d'altres mètodes optomètrics convencionals que no són específics per l'esport, aquest és un dels inconvenients que s'ha trobat en la cerca d'instruments. Com a conclusió s'observa la falta fiabilitat i validesa en l'obtenció de mètodes, ja que molts no tenen la especificitat ni la estandardització dels valors de normalitat. D'aquesta manera l'estudi de la visió en l'esport encara és una disciplina en procés de desenvolupament.

Paraules Clau: Habilitat visual, Esport, Instrument, Avaluació



GRAU EN ÒPTICA I OPTOMETRIA

Técnicas de evaluación de las habilidades visuales en optometría deportiva

RESUMEN

En la actualidad el deporte cada vez está más relacionado con la visión. La importancia de mejorar y saber las limitaciones de cada deporte es la base para poder obtener resultados óptimos. En este trabajo se analiza la evolución de la visión deportiva, las diferentes áreas de actuación visuales para cada tipo de deporte según su funcionamiento, y se hace un seguimiento de los diferentes métodos o instrumentos que se utilizan para llevar a cabo una evaluación precisa de cada habilidad. Con el desarrollo de la tecnología, se han incorporado nuevas técnicas de medida, más dinámicas y orientadas a trabajar a campo abierto. Como se muestra, hay algunos instrumentos dedicados a la práctica deportiva y otros métodos optométricos convencionales que no son específicos para el deporte, este es uno de los inconvenientes que se ha encontrado en la búsqueda de instrumentos. Como conclusión se observa la falta fiabilidad y validez en la obtención de métodos, ya que muchos no tienen la especificidad ni la estandarización de los valores de normalidad. Por lo tanto el estudio de la visión en el deporte todavía es una disciplina en proceso de desarrollo.

Palabras Clave: Habilidad visual, Visión, Deporte, Instrumento, Evaluación.



GRAU EN ÒPTICA I OPTOMETRIA

Evaluation techniques of visual skills in Sports optometry

ABSTRACT

Nowadays, the relation between sport and vision is more relevant. The importance of improving and recognizing the limitations of each sport are basic to get the best results. This paper analyzes the evolution of sports vision, the visual areas of responsibility for each type of sport according to how it works, and keeps track of various methods and instruments used to perform an accurate assessment of each skill. The development of last apprenticeship instruments has added new measurement techniques, more dynamic and designed to work in open field. There are some tools dedicated to sports and other optometric conventional methods which are specific of that sport, this is one of the disadvantages which has been found in the searching of new tools. To sum up, there are deficiencies in the reliability and validity when attaining modern methods because of the lack of specificity or standardization of normality values. For this reason, the vision in the sport still is developing discipline

Key Words: Visual ability, Vision, Sport, Instrument, Evaluation

Summary

Due to the infinite benefits of sport, the number of people who participate in sport activities is growing increasingly. For this reason, new sciences have appeared to improve the sportive efficiency. All these facts require a continuous study and implication as long as to improve the visual quality of the athlete and his efficiency.

As to the vision, it is claimed that the advances obtained have benefited athletes, both in the use of contact lenses as sophisticated frames that provide protection and produce minimal loss of visual field. The development of new techniques for visual evaluation and visual training plays an important role in any sport. This idea introduces a new discipline called vision and sports.

To improve the sporting performance is necessary a selective study of the visual functions and establish a workout plan specific for each sport.

Optometry

For the measurement of eye defects there have been designed several instruments in accordance with the evolution of technology. One of the first was the ophthalmoscope (1850), then appeared the optotype Snellen (1862), simultaneously with the development of microscopes, Allvar Gullstrand invented in 1911 the slit lamp, the retinoscope was invented in 1886.

Vision and Sports

In the middle of the 20th century appeared the interest to improve the visual quality of aviators, from this moment, the disposal to improve the vision was spread in different fields, but especially in sport.

The main worry of the optometrist is the ocular protection, both solar radiation and mechanical against the impacts.

For the radiation it is used some lens with protection against (UVB 280-315, UVA 315-400) with a light lens. In addition to protecting against ultraviolet radiation, sporty glasses can have filters to improve contrast, adaptation to the darkness, and so on. The transmittance characteristics of each filter depend on the chosen color, the quantity of dye used and the lens material: grey Filter, yellow-brown, red, blue, polarized or chromatic filters.

Optical neutralization: in sport will be compensated refractive defects less than or equal to 0.7. Neutralization systems are three: the glasses, contact lenses and surgery.

The evaluation of **visual skills** is another technique that allow the improvement of the sportive performance training the visual behavior.

The **visual training** procedure is based on the repetition of a series of formalized exercises in frequency, intensity and complexity that improve the visual ability.

Peculiarities of visual function during exercise: There are a lot of other important aspects related with the visual perception, which are important to realize any daily activity.

Some of these factors are: the movement of the objects that we see, the present lighting at the time to do a determinate sport, the contrast, the utilization or not of the near vision, etc.

Therefore if a subject has a 100% visual sharpness, he or she has to remember that maybe he cannot feel comfortable with his vision because of the external conditions. To value accurately the visual capacity needed to develop a sportive activity it is necessary to study the surroundings of each type of sport.

We can talk about different type of sport depending on the environmental conditions and material or element of work: static aim in front of no static, dynamic sports in front to non-dynamic, sportive stage, direction of movement and location of the source of visual information, distance of work, characteristic of the source of visual information.

Visual Skills

Before any test is essential to evaluate eye health, once it is within normal limits, we evaluate each of the visual skills, depending on which sport is practiced.

Ocular movements: To perceive moving objects, it is important to have an accurate visual control. There are three types of eye movements that stand out in most sports: tracking movements, saccades movements and fixation.

Tracking movements: they're movements that are realized to the follow an object that displaces slowly in all the directions of the gaze, it can be can evaluated with two methods:

- Direct observation
- Groffman's Visual tracking

Sacades movements: They allow bringing the object of interest from any part of the visual field until the fovea of the player.

- Direct observation Test
- King-Devick
- Fixer Sacàdic Wayne
- Visual Stick-ups
- Computer programs

Static visual acuity: The static visual acuity (SVA) is defined as the capacity of detection and recognition of images in detail when both the observer and the object under examination are at rest.

In sports field, this capacity is not given so much importance, as the sport itself involves movement. However, it has to be considered that in some sports this is an essential capacity such as golf and shooting.

- Snellen eye chart
- Palomar Disk

Dynamic Visual acuity: The term dynamic visual acuity (DVA) is defined as the ability to discern object details when there is relative movement of a subject. It has been shown that DVA values on athletes are better than non-athletes.

- Kirschner disc
- Pegboard Rotator
- DinVa3.0

Contrast Sensivity: The meaning of contrast sensitivity refers to the capability to detect small differences between grey intensities. In sportive field, FSC predicts better than the AVE test effectiveness of the visual system in low contrast conditions such as fog or rain, nocturnal or glare. The most common tests to asses these are:

- CSV 1000
- Pelli-Robson
- Regan table

Accommodations flexibility: It is one of the visual system skills to realize sudden diopter changes accurately and comfortably. This allows the athlete to quickly change the approach to objects located at different distances in space without excessive effort.

- Flippers or oscillation lenses
- Haynestables
- Hart tables to VP/VL

Binocular Vision: In many sports is very important to use both eyes as they provide to the athlete a greater field of vision. The binocular vision is the vision in which both eyes are used jointly to combine visual information.

- Cover test
- Brock String:
- Flippers binoculars in VL and VP
- Anaglyphic and vectogram
- Wayne Vis-Flex
- Bernell Goggles Smooth Vergence

Stereopsis: The stereopsis is the largest level of binocular vision, which integrates to the cortex a unique resultant sensation resulting from the perception of two slightly different images. The stereopsis is such important in sports to calculate the distance between different items of the game, to sum up; it allows to the player to calculate properly the distance where are the opponents, goal, etc.

- American Optical Vectografic test slide
- Howard Dolman (Dolman, 1990)
- Titmus wirt

Peripheral vision: The peripheral vision is known as the ability to locate, recognize and answer to the information in different areas of the visual field around the object on which fixes the attention. Central vision provides maximum visual sharpness, whereas the peripheral retina is sensitive to the displacement and it has a characteristic function to detect movement. Analyses realized show that sportsmen have wider visual fields and that the sportsmen with better results have greater fields than those who have worse results.

- P.A.T.T. (Peripheral Awareness Tester/Trainer)
- AcuVision 1000
- Taquistoscopi

Visual reaction time: The time of visual reaction is the time between the perception of the stimulus and the fast and effective emission of the response by the subject

The less may take the subject to identify the stimulus; faster will be the response of the player against the opponent.

- Speed track

Eye-hand Coordination: The importance of eye-hand coordination does not change in different sports, and his evaluation has never been normalized. The equipment used for examination and training consists in some vertical panels in which there are switches that illuminate.

- Eye Span and Fixador Wayne
- SVT 32 light o 80

Coordination eye-body: Competition sports usually involve changes in the equilibrium center of the body in response to changes in visual information. In sports as football and ski which need a high accuracy in changes of the equilibrium center of the inferior part of the body the coordination eye- body has big importance.

- Wayne Fixer's Saccadic with electronic equilibrium table

Conclusions

In conclusion, the visual ability of the sportsman is determinated by all those environmental and personal factors that take place into play stake in the development of a determinate sportive activity.

On the other hand, a disadvantage along the search of instruments is that many of them are conventional and non-specific to sport. Also the lack of validity and reliability of the normalized values. Some instruments like Wayne Saccadic Fixator or Acuvision evaluate many skills that, at the same time, is very useful but non-specific.

Segons la Llei Orgànica 15/1999, de 13 de desembre de Protecció de Dades personals, jo Sara Palma he complert els Següents punts:

1. Les dades de caràcter personal només es poden recollir per ser tractades, així com sotmetre-les a aquest tractament, quan siguin adequades, pertinents i no excessives en relació amb l'àmbit i les finalitats determinades, explícites i legítimes per a les quals s'hagin obtingut.
2. Les dades de caràcter personal objecte de tractament no es poden utilitzar per a finalitats incompatibles amb aquelles per a les quals les dades hagin estat recollides. No es considera incompatible el tractament posterior d'aquestes dades amb finalitats històriques, estadístiques o científiques.
3. Les dades de caràcter personal han de ser exactes i posades al dia de manera que responguin amb veracitat a la situació actual de l'afectat.
4. Les dades de caràcter personal seran cancel·lades quan hagin deixat de ser necessàries o pertinents per a la finalitat per a la qual han estat recollides o registrades.

Reglamentàriament es determinarà el procediment pel qual, per excepció, atesos els valors històrics, estadístics o científics d'acord amb la legislació específica, es decideixi el manteniment íntegre de determinades dades.

5. Les dades de caràcter personal seran emmagatzemades de manera que permetin l'exercici del dret d'accés, llevat que siguin legalment cancel·lats.
6. Es prohibeix la recollida de dades per mitjans fraudulents, deslleials o il·lícits.

Índex

1. Introducció i objectius	13
2. Optometria	14
3. Visió i esport	15
3.1 Concepte i història	15
3.2 Àrees d'actuació	15
- Protecció ocular	16
- Neutralització òptica	16
- Avaluació habilitats	17
- Entrenament	17
4. Peculiaritats de la funció visual durant la pràctica esportiva	18
4.1 Objectiu estàtic davant no estàtic	18
4.2 Esports dinàmics davant a no dinàmics	19
4.3 Escenari esportiu	19
5. Avaluació de les habilitats visuals	21
5.1 Moviments oculars	21
5.2 Agudesa Visual estàtica	26
5.3 Agudesa visual dinàmica	27
5.4 Sensibilitat al contrast	30
5.5 Flexibilitat d'acomodació	32
5.6 Visió binocular	35
5.7 Estereopsi	37
5.8 Visió perifèrica	40
5.9 Temps de reacció visual	41
5.10 Coordinació ull-mà	42
5.11 Coordinació ull-còs	44
6. Conclusions	45
7. Referències	46

1. Introducció

Un dels trets més característics del fenomen esportiu és que ofereix la possibilitat de superar-se i millorar (Antúnez, 2003).

L'activitat física va començar com a conducta natural de l'home amb activitats que avui en dia ja considerem esports, com són la caça, la pesca, etc. Des d'aleshores fins ara, l'esport s'ha convertit en un fenomen social, que com a element rellevant té un caràcter competitiu.

A causa de les infinites avantatges que té l'esport, cada cop més persones practiquen activitat física i això comporta un augment de les instal·lacions, formació i entrenament. Per aquest motiu, han aparegut noves ciències per millorar el rendiment esportiu. Tots aquests esdeveniments requereixen d'estudis seriosos per tal de millorar les qualitats tècniques, tàctiques, físiques, psicològiques i visuals de l'esportista i incrementar el rendiment.

Pel que fa a la visió, es podria dir que els avenços obtinguts han beneficiat als atletes, tant en la utilització de lents de contacte com en les sofisticades muntures ergonòmiques que aporten protecció i produeixen pèrdues mínimes de camp visual. A part, la investigació i el desenvolupament sobre les noves tècniques d'avaluació i entrenament visual, juguen un paper important a la pràctica de qualsevol esport.

Cada esport té unes implicacions diferents sobre l'aparell visual i no és freqüent que en un determinat esport no hi hagi una relació important amb el sistema visual. Es pot millorar el rendiment esportiu mitjançant un estudi selectiu de les funcions visuals i establint un pla d'exercicis específics per a cada esport. Depenent del tipus de modalitat és rellevant estudiar les habilitats més emprades i d'aquesta manera avaluar-les amb els diferents instruments o tècniques més importants, en les quals centrarem aquest treball. L'evolució de la ciència informàtica cada cop està més desenvolupada i veurem com al llarg d'aquesta disciplina ha tingut un paper important en l'aparició de noves tècniques.

Objectius

- Cerca i revisió dels treballs que poden relacionar la visió i l'esport.
- Estudi de les diferents habilitats visuals necessàries per millorar el rendiment esportiu.
- Cerca d'instruments o mètodes per mesurar les habilitats visuals, principalment, utilitzades en esport.

2. Optometria

El terme optometria deriva del grec ull ὄψ i mesura μέτρον. És la ciència de la visió que estudia el procés visual, estableix i aplica les tècniques i els medis necessaris per prevenir i compensar els problemes visuals (Societat europea d'optometria, 1989).

Per la mesura dels defectes oculars s'han dissenyat diversos instruments d'acord amb l'evolució de les tecnologies. Un dels primers va ser l'oftalmoscopi, inventat per Herman von Helmholtz (1850) que permetia veure el fons d'ull mitjançant un feix de llum, amb el qual va poder observar per primera vegada una oclusió de la vena central de la retina.

Seguidament, va aparèixer l'optotip Snellen (1862) per mesurar l'agudesa visual estàtica. Aquest va ser el primer test estandarditzat, tot i que anteriorment existien altres.

Amb l'evolució dels microscopis, Allvar Gullstrand va inventar al 1911 el biomicroscopi, que permetia l'observació directa de la cara anterior de l'ull amb un posicionament correcte del pacient (Edwards, 1993).

Per finalitzar, el retinoscopi va aparèixer de la mà de Landolt (1899), que mitjançant l'observació de ombres i reflexes a les pupil·les dels pacients va deduir que provenia de la retina i va descriure el funcionament de la tècnica. Però fins 1926 no va ser patentat per Copeland (citat per Walter, 2000).

Amb les dades que proporcionaven aquests instruments, van anar apareixent noves tècniques de mesura dels diferents defectes oculars. Tot i que aquests instruments han significat un avenç clar per la optometria, s'ha de tenir en compte la fiabilitat* i la validesa** de cadascun, perquè depenent d'elles la seva eficàcia i la legitimitat de la seva mesura seran diferents.

Amb l'evolució de la ciència en l'optometria s'han introduït noves disciplines especialitzades com són: Lents de contacte, visió infantil i aprenentatge, teràpia visual, geriatria, baixa visió i optometria esportiva.

*Fiabilitat: és el grau d'estabilitat aconseguit en els resultats, quan es repeteix una medicació en condicions idèntiques.

**Validesa: és el grau que té l'instrument per mesurar realment la variable que pretén mesurar (Enferm Clin. 2005;15:227-36. - vol.15 núm 04).

3. Visió i esport

3.1. Concepte i història

A meitat del segle XX va aparèixer l'interès per millorar la qualitat visual dels aviadors, a causa de l'enlluernament del sol a elevades alçades. Primer va començar a utilitzar-se la ullera de sol en l'àmbit bèl·lic però poc a poc es va introduir en el cos aeri com a medi de protecció ocular. A partir d'aquest moment, la disposició per millorar la visió es va propagar en diferents àmbits, però sobretot en l'esport (Díaz, 2002). És a partir de l'acceptació de l'esport com a fenomen social quan s'inverteixen recursos, cercant la millora.

Tant és així que s'ha fomentat la divulgació de la optometria esportiva, que va sorgir a Estats Units i posteriorment s'ha anat desenvolupant a Europa. L'arribada a Espanya ha estat potenciada per la creació d'alguns centres, com Sport Vision Madrid (1992) i la Unitat de visió del Centre d'Alt Rendiment Esportiu (CAR) de Sant Cugat del Vallès (1994), al servei de la funció visual dels esportistes d'elit (Quevedo, 2010).

El terme visió i esport té sentit en aquest context. El 80% de la informació prèvia necessària per a realitzar un moviment correcte i precís es proporciona pels ulls, motiu pel qual s'ha de reconèixer que el grau d'implicació de la visió a la pràctica de l'esport dependrà del tipus d'esport i l'entorn en el que es produeixi (Rodríguez, 2010). És en aquest moment quan sorgeix la necessitat que esportistes i tècnics prenguin consciència de la importància de realitzar un estudi previ de les seves condicions visuals.

3.2. Àrees d'actuació

Protecció ocular

El principal objectiu de l'optometrista en la visió de l'esportista és la protecció ocular adequada a les característiques de l'esport: protecció a nivell de radiació solar i mecànica o per impacte.

- Radiació: La pràctica de l'esport a l'aire lliure, suposa una exposició excessiva al sol. Tant la llum visible com la ultraviolada poden ocasionar danys oculars (Bergmanson & Sheldon, 1997) i amb unes ulleres de sol apropiades es pot minimitzar. Les ulleres de sol ideals han de tenir unes característiques especials (UVB 280-315, UVA 315-400) amb una lent que sigui lleugera. A part de protegir

de la radiació ultraviolada, les ulleres per l'esport poden portar filtres per a millorar el contrast, l'adaptació a la foscor, etcètera. Les característiques de transmissió de cada filtre depenen del color escollit, la quantitat de tint utilitzat i el material de la lent.

- Mecànica: en referència als traumatismes mecànics, un estudi realitzat a Estats Units publicat al 1994 (Sillero, 2004) considera que el 92% de les lesions oculars podrien evitar-se amb l'ús d'una ullera de protecció. Les ulleres de protecció ocular són de policarbonat, ajustables i que no interfereixen amb la visió perifèrica.

Neutralització òptica:

Es defineix com la compensació del defecte refractiu. En l'esport es corregiran les menors o iguals a 0.7 (Salas, 2007). Els sistemes de neutralització són tres: les ulleres, lents de contacte i cirurgia.

- Ulleres: Quan no és possible la compensació amb lents de contacte, es pot corregir amb ulleres. Les convencionals, al estar dissenyades segons la moda, no són correctes per fer esport i podrien causar lesions importants. Per tant, la ullera cal que tingui una sèrie de qualitats (Vidal, 2007): lleugera, resistent, mínima limitació del camp visual, no alterar el color de la percepció visual, estabilitat i seguretat.



Figura. 1 Ullera esportiva

- Lents de contacte: es considera el millor sistema òptic compensador per l'esport, perquè presenta un gran nombre d'avantatges, com la imatge més similar a la de l'ull emmetrop, sense interferir en el camp perifèric, permet major llibertat de moviments, i potenciar la seguretat i confiança d'alguns esportistes (Shnider, Coffey & Reichow, 1993). Les lents més utilitzades són les de reemplaçament freqüent, que s'estrenen cada dia i són més còmodes en el seu ús i la seva cura (Quevedo, 2007).

A finals de 2005, es van començar a comercialitzar a Espanya les primeres lents de contacte específiques per la pràctica esportiva. Les Nike MaxSight (Edmunds, 2006) són unes lents de contacte de color que tenen el mateix

comportament que una ullera de sol i absorbeixen el 95% del UVA i UVB més el 90% de la llum blava, amb el qual es millora la claror i el contrast. Lamentablement, ja no es comercialitzen. També existeix el tractament Orto-K per la correcció refractiva.

Avaluació de les habilitats

La visió esportiva no només determina i corregeix la prescripció de l'esportista amb ulleres o lents de contacte, sinó que engloba també altres habilitats que estiguin especialment relacionades amb l'esport en qüestió.

Entrenament visual

Es defineix com "L'art de millorar les condicions visual del pacient" amb l'objectiu de establir noves relacions que permetin rebre, processar i comprendre millor la informació visual. El procediment de l'entrenament visual es basa en la repetició d'una sèrie d'exercicis protocol·litzats en freqüència, intensitat i complexitat que millorin la capacitat visual del pacient, per així aconseguir una visió més eficaç (Plou, 2007).

4. Peculiaritats del funcionament visual durant la pràctica esportiva

La rutina de mesura de l'agudesia visual estàtica quan es visita a un optmetrista és fonamental per detectar la pèrdua o deteriorament de la capacitat de discriminació visual.

S'ha de considerar que hi ha d'altres factors que modulen la visió com ara: el dèficit temporal, la precisió, il·luminació que es present a l'hora de fer un determinat esport, el contrast, la utilització o no de la visió pròxima i en conseqüència la acomodació, etcètera. (Rodríguez, Semino & Salinas, 2010; citat per Rodríguez & Zarco, 2010).

Es pot parlar de diferents tipus d'esport depenent de les condicions ambientals i material o element de treball.

Grups esportius segons les condicions ambientals i material de treball
Esports de baló
Esports de pilota
Atletisme
Esports ecuestres
Esports de contacte
Esports aquàtics
Esports de muntanya
Esports aeris
Esports amb armes
Esports mecànics
Esports d'aventura

Tabla 1 Diferents grups esportius (extret de Rodríguez & Zarco, 2010)

És senzill entendre que degut a l'àmplia diversitat de disciplines, la capacitat visual requerida per practicar amb èxit un esport concret, depèn molt del grup esportiu que es seleccioni i del seu entorn (llum natural o artificial..). Amb això es dedueix que el concepte de visió en l'esportista és molt genèric i s'ha de desglossar en diferents variables per tal de profunditzar les més útils segons l'activitat que es realitzi.

4.1 Objectiu estàtic davant no estàtic

En el cas de l'esport estàtic la informació visual que rep l'esportista prové d'un objecte quiet. Els exemples més clars són el tir amb arc, tir amb armes de foc amb objectiu

quiet o golf. En aquests esports la resposta motora esperada per part de l'esportista no ha de ser immediata, sinó que pot ser una resposta elaborada.

Els esports no estàtics són aquells en que l'objecte del qual prové la informació visual, està en moviment; alguns exemples són el futbol, ping-pong, tennis, boxa, etcètera. En aquests esports la informació visual pateix molts canvis precisant un gran poder d'adaptació. L'esportista ha de tenir la capacitat de preveure o intuir quin serà el moviment de l'objecte en qüestió, la seva velocitat, i comportament segons les condicions ambientals

4.2 Esports dinàmics davant a no dinàmics

A diferència del grup anterior en aquest grup ens referim a aquelles activitats que requereixen el moviment o no moviment de l'esportista. La font d'informació visual pot ser a la vegada estàtica o no estàtica. A la gran majoria d'esports es requereix el moviment del subjecte que ho practica encara que hi ha casos que no és així, com és el cas del: tir amb arc, golf, tir amb arma i tirs lliures a la cistella en bàsquet.

4.3 Escenari esportiu

L'escenari on es practica cada tipus d'esport és molt divers. Per aquest motiu es distingeix entre activitats realitzades a l'exterior i a l'interior, en pista gran o petita, camps limitats per llindars o taula de ping-pong sense límit dibuixat.

Taula de les habilitats visuals més importants segons els diferents esports

	AVE	AVD	MO	VP.	ST.	FA.	C.U.M	TR
Automobilisme	5	5	5	5	5	5	4	5
Bàsquet	3	3	4	5	5	3	5	5
Handbol	3	5	4	5	5	3	5	5
Beisbol	4	5	5	5	5	5	5	5
Beisbol	3	2	3	5	3	3	4	1
Billar	2	1	4	3	5	2	5	1
Boxa	2	2	5	5	3	3	5	5
Carrera	1	1	2	4	1	1	1	3
Equitació	4	5	3	5	5	3	5	5
Esquí	5	5	5	5	5	3	5	5
Frontó	4	5	5	5	5	3	5	5
Futbol	4	5	5	5	5	3	5	5
Gimnàstica	1	3	3	5	5	3	5	5
Golf	3	1	4	5	5	3	5	1
Hoquei	4	5	5	5	5	5	5	5
Lluita	2	1	1	3	2	1	3	5
Natació	1	1	1	4	1	1	1	3
Nàutica	2	1	3	4	3	2	5	1
Ping-pong	4	5	5	5	5	5	5	5
Salt d'alçada	1	3	3	3	4	3	4	4
Salt de perxa	1	3	3	4	5	3	5	4
Tenis	4	5	5	5	5	5	5	5
Tir al blanc	4	1	3	5	2	3	5	1
Voleibol	3	4	5	5	4	4	5	4

Tabla 2 Habilidads més usades segons l'esport

Plou, 1991 (extret de Sherman, Seiderman& Scheinder).

AVS: Agudeses Visual Estàtica

AVD: Agudeses visual dinàmica

MO: Moviments oculars

VP: Visió Perifèrica

ST: Estereopsi

FA: Flexibilitat Acomodació

C.U.M: Coordinació Ull-Mà

T.R: Temps de Reacció

5. Habilitats visuals

Tenir una bona salut ocular és molt important per a que l'atleta assoleixi un rendiment màxim. Abans d'avaluar alguna prova és bàsic fer una observació de la refracció, de la cara anterior de l'ull i del fons d'ull, examinar la pressió intraocular i el camp visual. En el cas que alguna d'aquestes dades doni anormal, s'ha d'enviar el pacient al oftalmòleg.

Si la salut ocular està dins de la normalitat, cal avaluar cadascuna de les habilitats visuals, depenent de l'esport que es realitzi.

5.1 Moviments oculars

Per poder percebre objectes mòbils, és important tenir un control visual precís. Existeixen tres tipus de moviments oculars destacats en la majoria d'esports: de seguiment, sacàdics i fixació.

De Seguiment

Són els moviments que es realitzen al seguir un objecte que es desplaça lentament. Presenten una latència de 100ms (Carl & Gellman, 1987) i arriben a velocitats màximes de fins 30-60°/s (Berthoz, 1985). En aquest tipus de moviment és molt important ajustar la velocitat de l'ull a la del objecte que es desplaça, de manera que qualsevol error que es tingui durant el moviment de seguiment, es compensa amb un moviment sacàdic (Bowman & Boston, 1992).

El propòsit per fer una bona avaluació dels moviments de seguiment, és valorar la qualitat i la precisió del moviment (Díaz, Gómez, Jiménez & Martínez, 2004). Les tècniques són la observació directa i l'ús de la prova de seguiment visual de Groffman (1996).

1. Observació directa

En aquesta tècnica es demana al pacient que segueixi un punt d'esquerra a dreta, d'amunt a avall i en cercles, de forma monocular. La seva puntuació és la següent:

+4	Suaus i precisos
+3	Una pèrdua de fixació
+2	Dues pèrdues de fixació
+1	Més de dues pèrdues de fixació

Taula 3 Sistema de puntuació

La tècnica és senzilla de fer però molt difícil d'observar correctament. La fiabilitat de la puntuació és qüestionable i difícil de quantificar.

2. Seguiment visual de Groffman

Aquesta prova consta d'una tarja de demostració i dues de prova. A les targes hi ha dos camins de línies; a la part superior hi ha lletres i a la inferior números (Figura.2). El pacient ha de seguir amb els ulls el camí i dir quin número pertany a cada lletra. S'anota el temps de resposta i es compara amb els valors de normalitat (Figura. 3), per avaluar si hi ha dificultat (Sheiman & Wick, 1994).

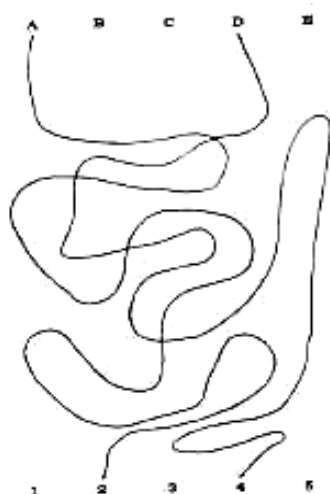


Figura. 2 Targeta dels traços Groffman

SEGUNDOS/PUNTOS	ESPERADO		
	PUNTOS	DESVIACION ESTANDAR	EDAD
16 = 10	10	3,5	7
16 - 20 = 9	17	3,0	8
21 - 25 = 8	22	3,0	9
26 - 30 = 7	26	2,5	10
31 - 35 = 6	28	3,0	11
36 - 40 = 5	32	4,0	12
41 - 45 = 4			
46 - 49 = 3			
50 - 60 = 2			

Figura. 3 Valors de normalitat test de Groffman

Figura. 2 i 3 obtingudes Maples, W.C. (1988) Prova oculomotora NSUCO, 1996

La majoria de tests destinats a la avaluació de moviments oculars, estan estandarditzats per l'ús en nens. També es poden fer servir en l'àmbit esportiu, tot i que no s'aproximen tan a la realitat i no són tests especialitzats. Alguns autors els han intentat projectar en pantalles grans, per fer una valoració en espais oberts, a llarga distància i amb la màxima aproximació al paisatge esportiu.

Sacàdics

Són curts i ràpids, permeten portar l'objecte d'interès des de qualsevol part del camp visual fins a la fòvea del jugador. És capaç de superar velocitats de 700°/s (Carpenter, 1988) i la seva latència estimada és de 200ms. La gran majoria de desplaçaments que ha de fer un jugador són moviments sacàdics.

Amb la finalitat de mesurar els moviments sacàdics, és necessari valorar la qualitat i precisió d'aquests.

1. Test d'observació directa

Els tests d'observació directa requereixen que el subjecte miri d'un objecte a l'altre mentre l'examinador observa els sacàdics del pacient. S'han desenvolupat diverses escales de valoració per crear major uniformitat en la observació. Una d'aquestes escales es descriu a la taula 4 anterior.

Encara que l'observació directa és un punt de partida útil en la valoració dels sacàdics, aquesta té diverses desavantatges. Primer, encara que la tècnica és bastant fàcil d'ensenyar a un clínic inexpert, la observació que s'ha de realitzar és més difícil de dominar. També es qüestiona la fiabilitat entre les valoracions de l'observació directa. Un estudi de Maples (1988) va demostrar una fiabilitat acceptable entre intervaloracions i test-retest, utilitzant la escala de valoració recomanada. Un tercer desavantatge és que resulta difícil quantificar els resultats (Scheiman & Wick, 1996).

Taules de Hart

Aquest test consta de dues taules situades una en visió llunyana i l'altre en visió pròxima. D'aquesta manera, el pacient farà canvis de la taula llunyana, situada a uns 2 o 3 metres, a la propera, dient les lletres contingudes. Per tant farà moviments sacàdics en vertical, horitzontal, de gran amplitud o de petita, depenent de la trajectòria que fa d'una lletra a l'altre.

Un segon mètode és l'ús dels tests cronometrats i estandarditzats. Hi ha varis tests disponibles, incloent el de Pierce, King-Devick i DEM (Galletta, 2011). Els tres tests estan dissenyats amb el mateix principi: es demana al pacient que digui en veu alta una sèrie de números tan ràpid como sigui possible sense utilitzar el dit o un apuntador com a guia. Més endavant es comparen els temps i número de errors amb les taules de valors esperats.

2. King-Devick

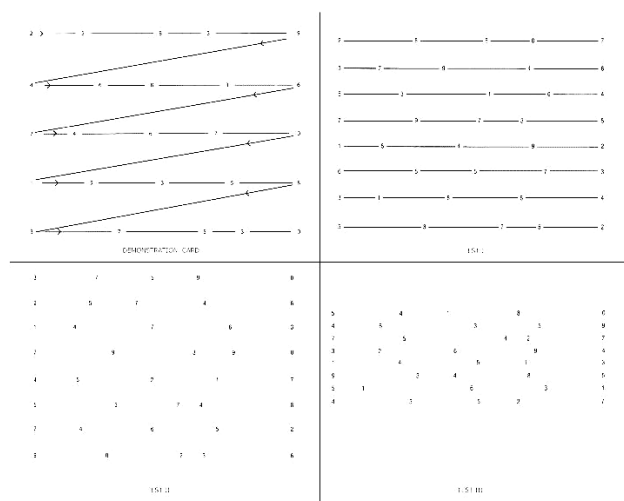
Aquest test va ser originalment dissenyat per avaluar els moviments sacàdics en visió pròxima en lectors lents, però ha sigut adaptat per avaluar els atletes. S'ha de tenir en compte la importància de l'automacitat verbo-visual, ja que pot afectar en el resultat d'aquesta prova. Els moviments de seguiment els avaluem de forma subjectiva, observant que siguin uniformes. La valoració de la motilitat ocular ha de ser perfectament dominada per l'especialista en visió esportiva.

Primer es projecta el test King-Devick a tres metres, el pacient es col·locarà dret i relaxat. La distància entre cada lletra projectada serà de 120 cm entre la primera i la última lletra de cada fila.

El pacient haurà de anomenar sense moure el cap les diferents lletres en ordre d'esquerra a dreta, tant ràpid com sigui possible sense confondre cap.

S'anotarà el temps i els errors comesos en total.

Com a màxim ha de trigar 41,63 +/- 6.3 segons sense errors, establert per Pacific Sports Visual Performance Profile (PSVPP).



Edad	Media del tiempo (por edad)			TOTAL
	1	2	3	
6	30.98	37.05	51.00	119.03
	10.10	12.96	19.39	40.92
7	26.71	31.12	43.06	100.89
	5.97	8.75	15.16	25.16
8	22.98	24.89	31.26	79.13
	6.37	7.75	11.59	27.35
9	21.02	22.89	29.53	73.44
	7.20	7.50	10.82	26.03
10	19.72	20.79	27.76	68.27
	6.08	7.37	10.82	26.03
11	17.58	18.95	20.39	56.92
	4.60	4.51	7.45	13.85
12	16.49	17.68	19.42	54.05
	3.60	4.43	5.31	13.51
13	16.29	16.96	18.98	52.23
	2.52	2.72	3.26	7.50
14	14.86	16.87	18.73	50.46
	2.40	2.33	2.49	5.84

Figura. 4 Test King-devick (<http://kingdevicktest.com/about/>)

Figura. 5 Valors de normalitat per edat test King-Devick (Scheiman & Wick, 1996)

El test King-Devick és una millora del test de Pierce (1971), en el qual només hi ha lletres als marges laterals de la fulla. De forma similar, també existeix el test DEM (Garzia, Richman, Nicholson, Gaines, 1990) molt utilitzat per a avaluar els moviments oculars en l'aprenentatge dels nens, on s'utilitzen números en comptes de lletres. En l'esport s'utilitza ocasionalment.

3. Fixador Sacàdic Wayne: és un test que avalua la resposta motora a un estímul visual i es pot millorar amb diferents programes segons l'habilitat de l'atleta. Consta d'una pantalla amb diferents estímuls lluminosos que es van encenent aleatòriament i el pacient ha



Figura. 6 Fixador sacàdic Wayne 1997

de pressionar amb el dit cada estímul. Degut als canvis de posició de la llum es poden mesurar els moviments sacàdics (Beckerman & Hitzeman, 2010).

4. Visual Stick-ups

Aquest instrument integra tots els moviments sacàdics com en el fixador Wayne però a l'exterior. A diferència d'altres instruments proporciona un ús real de l'espai disponible per tal d'avaluar fidelment la funció visual. Cada stick-up és una petita capsa amb una llum fotosensible que actua com a extensió d'un interruptor al fixador. L'usuari pot indicar que ha vist la llum de diverses maneres: polsant una llum amb el dit, canviant el pes en la direcció correcta a una taula d'equilibri electrònica.



Figura. 7 Visual Stik-ups

Tot i que també s'utilitza per entrenar, resulta molt útil per determinar el valor dels moviments sacàdics amplis (<http://www.wayneengineering.com>).

5. Programes informàtics: aquests es fan servir per entrenament, però també s'utilitzen per avaluar els moviments sacàdics: Top vision, HTS, Eye menú (Quevedo, 2010).

Visagraph: És un registre objectiu dels moviments oculars. Aquest sistema consisteix en un monitor i una unitat de registre, ambdós connectats al ordinador. El registre objectiu dels moviments oculars tenen varies avantatges sobre l'observació directa perquè els tests són cronometrats/estandarditzats. El Visagraph ofereix un registre permanent de l'examen essent un mètode objectiu que no depèn de l'habilitat de l'examinador. La informació obtinguda és més sofisticada i proporciona dades sobre el número de fixacions, regressions, duració de les fixacions, velocitat de lectura, eficàcia relativa i grau d'equivalència.



Figura. 8 Visigraph
(www.nsuok.edu/literacy/images/visagraphb.jpg)

El Visagraph al igual que molts test relacionats, no està especialitzat per avaluar els moviments oculars en l'esport. Tot i així hi ha una versió instal·lada en una motxilla per poder fer ús com a ullera, i mesurar a l'espai i en condicions reals.

De Fixació

Són coneguts com micromoviments, per la seva petita amplitud. Amb els moviments de fixació s'avalua la habilitat del pacient de mantenir la fixació estable en un objecte determinat (COI, 2004). Les fixacions es limiten al micronistagmus que mou la imatge a través dels fotoreceptors retinians (Kluka, 1990). Diversos estudis constaten que a major experiència en una activitat, com pot ser qualsevol esport, menor es el número i el temps de les fixacions utilitzades per explorar l'entorn i les accions relacionades amb aquesta activitat (Bard & Fleury, 1976).

Per observar els moviments de fixació, es requereixen tècniques especialitzades a causa de la dificultat que suposa analitzar-ho amb tècniques convencionals. Una de les tècniques utilitza una font de infraroig on la llum es reflexa per l'escleròtica. Quan els ulls estan en moviment, es recull amb detectors que estudien la variació de la llum reflexada en aquests moviments. Amb aquesta tècnica es diferencien tres tipus de moviments de fixació: Moviments del tipus tremor, desplaçaments lents i microsacàdics (Scheiman & Wick, 1994).

5.2 Agudesia Visual estàtica

La agudesia visual estàtica (AVE) es defineix com la capacitat de detecció i reconeixement de les imatges en detall, quan tant l'observador com l'objecte a examen estan en repòs (Crespo, 2007). Aquesta facultat és l'expressió principal de la funció foveal. La AVE d'un subjecte és millor quan major és la capacitat de percebre els detalls més fins, fins al límit propi de separació o resolució. A més, permet detectar la presència d'un element sobre el fons en el que està situat.

En l'àmbit esportiu, a aquesta capacitat no se li dona gran importància, ja que l'esport per si mateix implica moviment. No obstant, s'ha de tenir present que en alguns esports com els de precisió (golf, tir...) és imprescindible. És la habilitat bàsica per l'anàlisi visual.

Hi ha factors externs que afecten a la AVE com són: la il·luminació, l'adaptació, contrast, duració de l'observació (Berman, 1993).

Hi ha moltes maneres d'avaluar la agudesia visual estàtica però la més utilitzada és la carta d'Snellen.

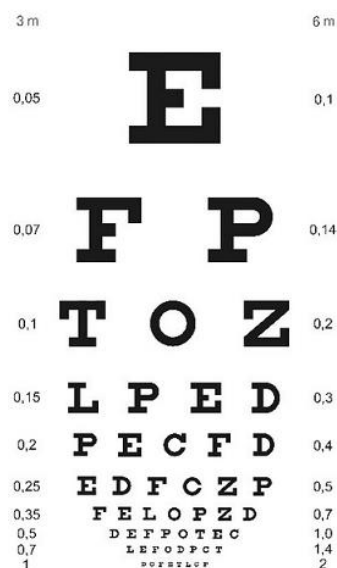


Figura. 9 Optotip Snellen

5.3 Agudeses visual dinàmica

El terme agudeses visual dinàmica (AVD) es defineix com la capacitat per a discriminar detalls d'un objecte quan existeix moviment relatiu a un subjecte (Cash, 1996).

Aquesta habilitat permet discernir dos elements: el desplaçament i la velocitat, i varien en funció d'aquests dos factors i de la il·luminació.

La AVD millora amb l'experiència i l'entrenament, d'aquí la importància en la pràctica esportiva (Long & May, 1992). La AVE i la AVD no estan especialment relacionades entre sí, no obstant és necessari que la primera sigui òptima per obtenir una AVD de qualitat. (Ludvig & Miller, 1958).

S'ha demostrat que els atletes aconsegueixen valors AVD millors que els no esportistes (Quevedo, 2007; Rouse, Dolandee, Christian & Hawley, 1988).

1. Disc de Kirschner (1993): és un instrument que es fa servir per mesurar la agudeses visual dinàmica. Aquest test està projectat en una pantalla exposada a tres metres de l'esportista des d'on haurà d'identificar la orientació de la C de Landolt (AV 20/40) que pot estar cap a dalt, a baix, a la dreta o a la esquerra. El diàmetre del cercle té una mida de 55cm i gira en direcció de les agulles del rellotge. El primer l'estímul es mou a una velocitat de 100 rpm i cada cop va disminuint fins que la persona pugui identificar la orientació de l'anell de Landolt tres vegades seguides.

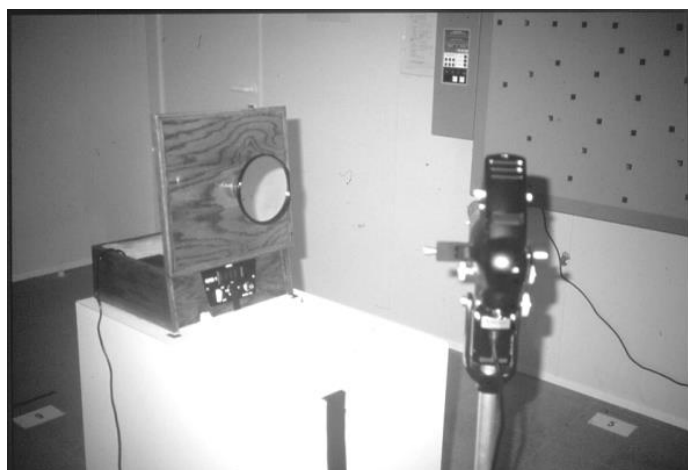


Figura. 10 Rotador de Kirschner (1993)

Per complir amb el protocol utilitzat en l'estandardització de l'instrument s'han de seguir una sèrie d'instruccions. Primer es mostra el disc amb un moviment lent i les possibles orientacions de l'anell. El pacient avisarà quan sigui capaç de veure-ho,

mentre la velocitat va disminuint. És important que segueixi la lletra només amb els ulls i que no mogui el cap (Kirschner, 1993).

Anotarem la velocitat de rotació a la que pot veure correctament la orientació de la lletra en tres intents i es farà la mitja (Coffey & Reichow, 1990).

El valor normal es: 45.2 ± 13.3 rpm (PVSP, 1985).

Després de fer el test de Kirschner, Coffey i Reichow (1990) troben la necessitat de seguir investigant sobre nous instruments de mesura més precisos destinats a l'avaluació de l'agudesa visual dinàmica esportiva que valorin estímuls en diferents trajectòries apart de les circulars (Quevedo, 2007).

2. Rotador Pegboard: Optotip amb lletres de diferent mida, que pot girar en sentit de les agulles del rellotge o en contra. Primer es comença amb velocitat màxima 105 rpm i el pacient haurà de llegir les lletres, en el cas de que no sigui capaç de llegir-les, es disminueix la velocitat de 5 en 5 rpm i s'anoten els valors com a combinació de d'agudesa visual i velocitat rpm. Tal i com assenyalen Quevedo, Aznar, Merindano, Cardona i Solè (2011).

Una font d'error d'aquest test i en general de tots els que avaluen la AVD amb un optotip rotatiu és que les lletres no estan rectes i el pacient ha de

fer una transformació mental de la seva orientació per reconèixer-les.

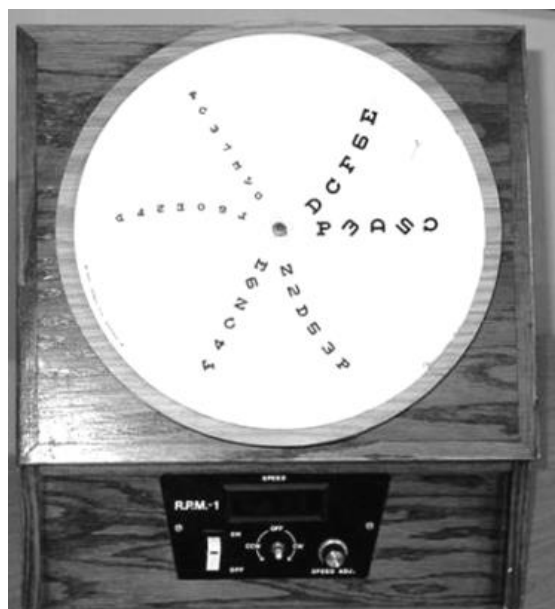


Figura. 11 Rotador de Pegboard

Un altre disc que s'utilitza en l'esport és el de Sherman (1985), molt similar al Rotador de Pegboard però amb les lletres diferent posicionades i col·locat sobre una barra perpendicular al terra. Autors com Coffey i Reichow, (1990); Long i Penn, (1987); Long i Garvey, (1988) i Rouse et al., (1988) van descriure aquest mètode de mesura amb lletres en rotació, que es mouen a través del camp de visió i també han sigut utilitzat per altres investigadors. És probable que amb els avenços en la tecnologia informàtica i la realitat virtual, aviat es pugui mesurar la demanda visual d'un jugador en tres dimensions (Loran & MacEwen 1995).

3. DinVa3.0: Fins al moment molts professionals especialitzats en la visió esportiva, han avaluat la AVD amb el rotador de Bernell. Com s'ha dit, aquest instrument només permet trajectòries circulars de desplaçament de l'estímul i té limitacions alhora de simular els moviments que es realitzen habitualment en l'esport. Amb tot això, es va dissenyar un test per avaluar la agudesa visual dinàmica que fos similar a les condicions esportives de cada esport. Primer va aparèixer DinVa que es va anar perfeccionant fins el definitiu DinVa 3.0. Aquest treballa amb l'estímul del disc de Palomar (1991). A part de seleccionar un estímul, també permet triar un color o intensitat per

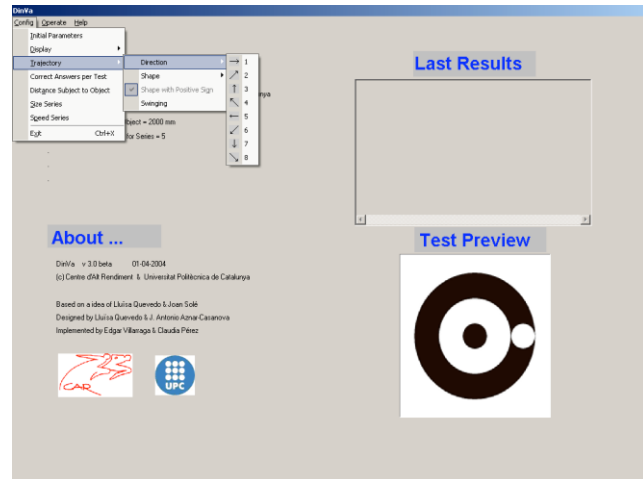


Figura. 12 DinVa programació

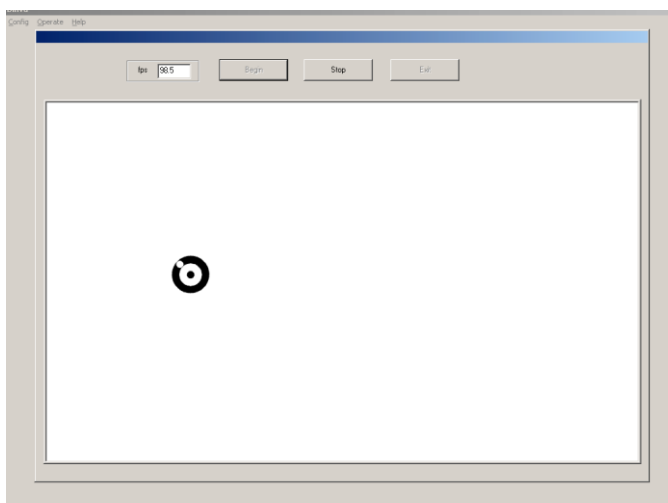


Figura. 13 DinVa 3.0

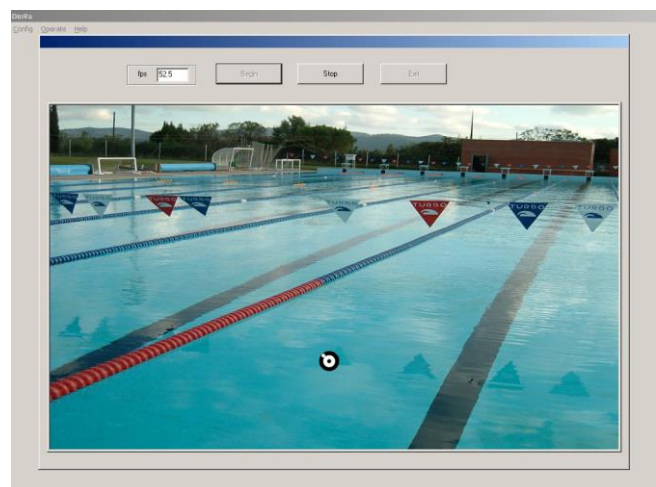


Figura. 14 DinVa 3.0 amb imatge de fons

conformar el fons del test, tant colors com imatges (Figura 15). Compta amb la possibilitat de treballar entre 50cm i 5 metres de distància, mantenint una velocitat de desplaçament en qualsevol direcció i trajectòria amb augments i disminucions de la mida de l'estímul. Per altre banda, és un dels pocs instruments avalat per estudis de la seva fiabilitat i validesa (Quevedo, 2007).

5.4 Sensibilitat al contrast

El significat de sensibilitat al contrast fa referència a la capacitat per detectar petites diferències entre intensitats de gris (Ginsburg, Evans & Cannon, 1983) i determinar l'indar necessari per la identificació d'un objecte (Koch, 1989).

Habitualment la visió espacial humana es caracteritza per la mesura de la agudesa visual estàtica (AV), és a dir, el mínim detall representat en condicions d'alt contrast i mínima diferència de luminància

És molt important conèixer com varia la detectabilitat d'un objecte, no només en funció de la seva mida, sinó en funció del seu contrast. La funció de sensibilitat al contrast (FSC) reflexa la sensibilitat o capacitat de detecció del sistema visual, no només de la mida més petita sinó de totes les demés (Aguilar, 1994). La representació gràfica de FSC és una gràfica amb la qual s'avalua el contrast l'indar (eix d'ordenades) per cada freqüència espacial (eix d'abscisses) de cicles de llum/foscors sostinguts en un grau de angle visual (Koch, 1989). La intersecció de la corba amb l'eix de les abscisses és una estimació aproximada de la agudesa visual (Ginsburg, 1987).

La sensibilitat al contrast s'examina amb optotips formats per franges sinusoidals (Prager, 1990). El número de cicles d'una franja per a un angle visual específic determina la seva freqüència espacial.

En qualsevol àmbit i especialment l'esportiu, la FSC prediu millor que el test de AVE la efectivitat del sistema visual en condicions de baix contrast, com la boira o pluja nocturnes o d'enlluernament. La FSC constitueix una avaluació sensible de la funció visual d'un pacient en condicions reals (Williams, Davids & Williams, 1999).

El FSC es redueix al augmentar la velocitat de desplaçament d'un objecte, de forma que quant millor és el perfil de FSC de l'esportista millor discriminarà un objecte en moviment (Kluka, 1996). Diversos estudis (Hoffman, 1984) donen suport a que els esportistes tenen millors FSC que els que no són esportistes.

1. CSV 1000: El test CSV 1000 s'utilitza per mesurar el la funció de sensibilitat al contrast. Està format per quatre files, separades per freqüència espacial. A cada fila observem, de esquerra a dreta un cercle en el marge esquerre que conte una reixa sinusoïdal de mostra, i a continuació vuit parelles de cercles els quals va decreixent el seu contrast progressivament (Bueno & Matilla, 1992). Segons la freqüència, els contrastos varien com es mostra a la següent taula.

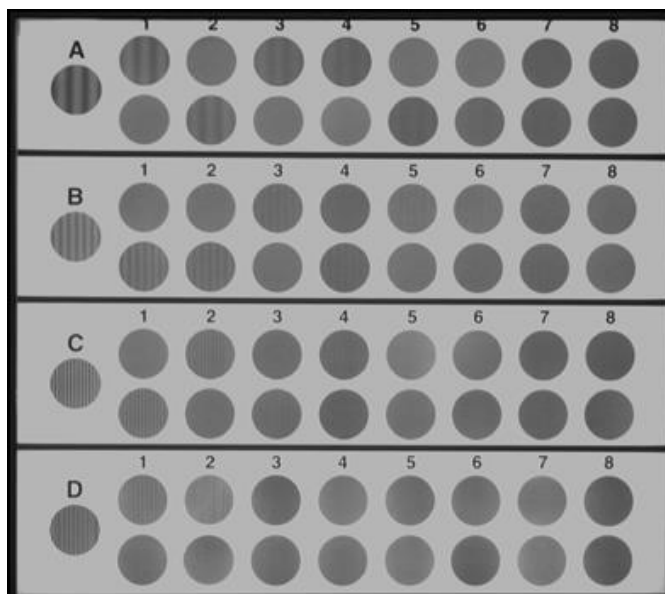


Figura. 15 CSV 1000

Freqüència	1	2	3	4	5	6	7	8
A: 3 cpv	10	15	22	31	43	61	85	120
B: 6 cpv	16	24	35	50	70	99	138	193
C: 12 cpv	8	12	18	25	35	50	70	99
D: 18 cpv	3	4,5	7	9,5	13	18	25	36

Taula 4 Nivells de sensibilitat al contrast, per cada un dels cercles en CSV 1000 (Quevedo, 2010)

La tasca del subjecte és molt senzilla, determinar on està situada la franja dins de cada cercle. S'ha de tenir en compte que és fonamental que les proves es realitzin amb la agudesa visual màxima (Pomerance & Evans, 1994).

2. Pelli-Robson: Mesura la sensibilitat al contrast fent servir una sola mida de lletres (optotip 20/60), amb diferents contrastos variats entre línies. Específicament el test utilitza sis lletres per línia, on el seu contrast varia de major a menor. Els pacients han de llegir les lletres començant per les de contrast més elevat, fins que no puguin llegir dos de les tres lletres contingudes en el grup. Cada grup conté tres lletres del mateix nivell de contrast, per tant hi ha tres intents per nivell de contrast. .



Figura. 16 Optotip Pelli-Robson

La exactitud de la taula està determinada principalment

per dos funcions: el calibrat del contrast en el gràfic i la variabilitat intrínseca degut a la naturalesa problemàtica de les respostes dels pacients.

La carta Pelli-Robson té una mida de 82cm d'ample per 97 cm d'alçada. Es recomana una il·luminació aproximada de 280 lux en visió fotòpica i 1.5 lux en visió mesòpica (Pelli, Robson & Wilkins, 1988, citat per Long & Zavod, 2002).

3. Taula Regan: Sistema de lletres que serveixen per mesurar la agudesa visual, amb diferents nivells de contrast. El test es realitza en lletra tipus Snellen a la qual se li redueix progressivament el contrast en diferents nivells (Pomerance, 1994).

De la mateixa forma que la resta de proves d'agudesa visual, les taules estàndard tenen algunes dificultats o variables que afecten als resultats com són: dia de la prova (variable personal), distància de la prova, il·luminació, mida i font de la lletra, entre d'altres (Hamilton, 1994).

5.5 Flexibilitat d'acomodació

Habilitat del sistema visual per realitzar canvis diòptrics sobtats de forma precisa i còmoda. Permet que l'atleta canviï ràpidament l'enfocament a objectes situats a diverses distàncies de l'espai sense un esforç excessiu. El dèficit en aquesta habilitat és relaciona amb el cansament visual, borrositat i dificultats en controlar un objecte que s'apropa o s'allunya (Loran & McEwen, 1995).

La acomodació està vinculada amb el sistema de vergència que es classifica en divergència i convergència. En enfocar un objecte proper l'ull acomoda i convergeix. De la igual manera passa amb la divergència que es porta a terme quan l'ull enfoca un objecte llunyà i la acomodació es relaxa (Buys, 2002).

La capacitat de canviar ràpidament les postures acomodatives i de convergència és unes de les exigències visuals de la competició esportiva, sobre tot en aquells esports els quals l'esportista ha de fixar-se en els competidors, objecte mòbil, trajectòria, límits etcètera.

S'ha de tenir en compte l'edat del pacient. Si l'atleta és més gran de 40 anys possiblement tindrà dificultats per fer la prova, ja que amb l'edat es perd la capacitat d'acomodar (Siderov & DiGuglielmo, 1991).

1. Taules de Hart per a Visió Pròxima (VP)/Visió Llunyana (VL)

Per la valoració de la capacitat acomodativa, l'atleta es posiciona a uns 6 m de distància de la carta penjada a la paret, i se li dóna una rèplica més petita de la carta que portarà a la mà, a uns 15 cm de distància. L'atleta es concentra i diu en veu alta la primer lletra de la carta de la paret i la segona lletra de la carta que té a la mà. Aquest procés es continua durant un minut. Per el programa d'entrenament de la visió esportiva de l'acadèmia de la USAFA (United States Air Force Academy's), els atletes comencen per la vora superior esquerra de la taula y seguidament en visió pròxima. La norma establerta són 24 moviments lluny/prop o cicles per un minut (cpm). Si es realitza el test monocularment es pot valorar els moviments sacàdics VP-VL (com podem observar a l'apartat 5.1) de la flexibilitat acomodativa (Crevier, 2008).

Per fer aquest exercici més similar a la realitat, es pot valorar en un l'atleta lligat amb gomes de resistència mentre exercita la flexibilitat acomodativa. D'aquesta manera treballa en un camp més obert i amb cada enfocament l'atleta ha de intentar llegir algunes línies de la carta de prop i després de la paret.



Figura. 17 Executant taules de Hart amb gomes (www.sportvisionmagazine.com)

La capacitat d'enfocar de forma ràpida i fàcilment a diferents distàncies és una de les habilitats provada consistentment com a part del programa d'entrenament de la visió acadèmica de la (USAFA) (<http://www.sportvisionmagazine.com/>).

2. Taules de Haynes (1960)

El test de Haynes requereix canvis de fixació ràpids entre estímuls col·locats a 6m i 40 cm. S'ha de nombrar amb les lletres ($AV = 0.8$ a 0.4) de cadascuna de les targes per assegurar-se que l'acomodació i la vergència estan coordinades, per veure-ho clar i

simple a diverses distàncies. La realització d'aquest test depèn de la presència d'una bona habilitat de fixació així com d'una adequada agudesia visual (Gardner, 1992).

El test es realitza de peu, amb els dos ulls oberts. Primer ha d'observar les lletres grans de la taula propera i seguidament de la taula de lluny, de manera ràpida i cronometrada. S'anota el nombre de cicles en 30 segons per cadascun dels nivells, citat per Garcia, Martin i Nieto (1994).

N: 0.4: 15.7 +/- 6.4 i 0.8: 10.8 +/- 3.6 (PVSP, 1985).

3. Flippers o lents d'oscil·lació

Si aquest examen es fa binocular, no només es valora la flexibilitat d'acomodació, sinó també la qualitat de interacció acomodació-vergència. S'estimula l'acomodació amb lents esfèriques negatives binocularment i al mateix temps se sol·licita al sistema vergencial que convergeixi més. En el cas de relaxar l'acomodació amb lents positives, es demanda la divergència del sistema vergencial. Aquesta prova binocular si és correcta indica que el funcionament acomodatiu i de vergències està en bon estat.

La flexibilitat amb flippers es mesura amb cicles per minut (cpm) i es fan servir flippers de neutre -2.00D en VL o de +-2 D en VP . Un cicle es compon d'enfocament i desenfocament. El pacient ha de mirar emetropitzat un test de prop de petita mida (corresponent a 0,8). S'ha de voltar el flipper cada cop que el pacient vegi nítid i repetir aquest procés durant un minut (Solé, Quevedo, Massafred & Plana, 1999).

En l'esport, tenir una bona flexibilitat és molt important. Sobretot en disciplines com, per exemple, el tennis on s'ha de controlar la pilota quan s'apropa, s'ha de convergir i acomodar a mesura que avança fins al jugador ràpidament. Després al colpejar-la ha de divergir i relaxar l'acomodació, per mantenir nítida la pilota al vol.

Així mateix passa amb els atletes que salten la tanca, que han de canviar d'enfocament per veure nítid l'obstacle i tornar a canviar-lo de nou per seguir corrent (Loran & MacEwen, 1995). Segons Coach Wile, el qual va realitzar un estudi amb atletes olímpics, la flexibilitat i la vergència tenen un processament més ràpid que esportistes que practiquen d'altres esports, citat per Bolten (2009).

5.6 Visió binocular

La visió binocular és la visió en la que ambdós ulls s'utilitzen conjuntament per unir informació visual (Henderson, 2009). El cervell és capaç de fer front a les dues imatges per fusionar-les en una sola. En molts esports és de gran importància la utilització d'ambdós ulls, ja que proporcionen a l'atleta un camp de visió major. Amb els dos ulls, l'humà té un camp de visió horitzontal de 180 graus i amb un sol ull es redueix a 150 graus (Harrington, 1986).

Per maximitzar la visió binocular, els ulls han de treballar junts: quasi tothom té un ull dominant. És important tenir en compte que els estudis científics (Grishman, 1980; Sheiman, Gallaway & Franz, 1991) han demostrat que no hi ha cap avantatge en el rendiment esportiu tractant de canviar un ull dominant d'un atleta en posicions de mirada específiques.

1. Cover test

El cover test és una tècnica objectiva. És un dels mètodes més valuosos per valorar les característiques motores de la binocularitat. Mostra la presència i magnitud de la postura fòrica o tròpica. Consta d'un ocluser i optotip, es realitza a 40cm i a 6m, el jugador ha de mantenir nítid el test en tot moment mentre l'optometrista valora la resposta fòrica i la seva magnitud (Sánchez, 2011).

2. Corda de Brock:

La prova de la corda de Brock és un mètode senzill per avaluar la supressió i la exactitud d'alineació ocular. Consta d'un cordó que conté tres boles de colors col·locades a diferents longituds. Un extrem de la corda està unit a un objecte fix mentre que l'altre s'apropa fins el nas del jugador.

Se li demana al pacient que miri el cordó en el centre de la cadena, de tal manera que ambdós ulls convergeixen i el subjecte ha de veure una doble cadena apropant-se a la bola i una fila de boles dobles divergents allunyant-se de la cruïlla (Loran & MacEwen, 1995).



Figura. 18 Jugador avaluant la visió binocular amb la corda de Brock (www.sportsvisionmagazine.com)

La capacitat per realitzar aquesta prova depèn de la diplòpia fisiològica que indica que la supressió no existeix. La norma consisteix en l'absència de supressió en totes les posicions de mirada. Per aquest motiu, la corda de Brock que s'utilitza en l'avaluació esportiva és molt més llarga que la habitual (3m) i es qualifiquen totes les direccions.

3. Flippers prismàtics en VL i VP

Aquests consisteixen en provocar alternativament convergència i divergència forçada amb prismes de base externa i base interna respectivament (6BN – 12BT en VL i 12BN – 14BT en VP) sobre flippers, de tal manera que s'alterna de forma ràpida entre unes lents i les altres (Borràs, Pacheco, Ondategui, Sánchez, Gispets & Varón, 2004).

4. Anaglífics i vectogrames

Consta d'unes làmines translúcides que utilitzen filtres anaglífics (vermell/verd). Cada parell de làmines porta dos dibuixos: un en vermell que és vist per l'ull que porta el filtre vermell i un altre verd que és vist per l'ull que porta el filtre verd. Són proves que serveixen per potenciar la convergència i divergència. Si es mouen les làmines es varia la potència de convergència quan el pacient intenta fusionar ambdues imatges. L'anaglífic està preparat per treballar a 40cm (Fernandez, Serrano & Rojas, 2011).

El test de flexibilitat acomodativa- vergencial, es realitza en posició primària de mirada, pot fer-se en totes les àrees de l'espai i en totes les direccions de mirada necessàries, adequades a les característiques de l'esport practicat. S'avalua l'equilibri dinàmic (trampolí, riel d'equilibri), observant què passa quan l'esportista intenta mantenir l'equilibri.

Com és el cas de la flexibilitat acomodativa, no només és important saber la quantitat de cicles per minut si no també obtenir la informació relativa a la qualitat de la fusió, reflexada en els efectes SILO (Small In Large Out) o SOLI (Small Out Large In). L'apreciació de SILO es considera més desitjada, donat que la seva presència indica que l'esportista jutja les distàncies espacials basant-se en les vergències fusionals, el que resulta més ràpid, exacte i fiable. La apreciació SOLI, no obstant es basa en la mida aparent.

Segons Birnbaum citat per Loran & MacEwen (1995) l'apreciació SILO és important en esports on l'objecte està a diferents distàncies, i es requereix d'una localització precisa. El SOLI sembla resultar més efectiu en disciplines amb subjectes estàtics que necessiten una bona anàlisi de la informació de la imatge retiniana.

5. Wayne Vis-Flex

És un excel·lent instrument per determinar el control de moviment ocular monocular i binocular en qualsevol posició de mirada. En l'entrenament visual també té alguna aplicació com desenvolupar la convergència dinàmica i la fixació precisa. El Vis-Flex és una vareta de plàstic d'un metre muntada a sobre un trípode de alta resistència ajustable amb 16 llums leds al llarg de la part superior. Els 16 leds tenen un patró seleccionable per tal d'ajustar una seqüència a través d'un interruptor de mà o automàtic per modificar la velocitat. Es pot emprar en l'eix de X, Y, Z per avaluar la convergència, també conté una línia blanca entre els llums creant un patró de creu per la detecció de la fusió, correspondència sensorial anòmala (Brodney, 2007).



Figura. 19 Wayne Vis-Flex

6. Bernell Smooth Vergence Goggles

És un instrument per avaluar la convergència i divergència, on el professional pot realitzar diferents mesures amb l'aparell col·locat. Compta amb diferents prismes de Risley que es poden modificar depenent de la demanda (www.bernell.com).



Figura. 20 Bernell Smooth Vergence Goggles

5.7 Estereopsi

L'estereopsi és el grau més important de la visió binocular, al integrar-se al còrtex crea una sensació única resultant de la percepció de dues imatges lleugerament diferents: aquestes provenen de dos hemisferis diferents originant la visió en relleu. Així doncs el cervell podrà elaborar una percepció única si les imatges transmeses per cadascun dels ulls són de qualitat suficient, per això és necessari que els dos ulls siguin òpticament normals. Si existeix anisometropia les imatges formades seran de diferent mida, per lo tant la fusió serà de mala qualitat o impossible. Que la fixació binocular sigui correcta implica la inexistència de fòries que comporten un esforç per mantenir la fusió, aquesta alteració es veu agreujada pel cansament físic o psíquic que fa que l'esforç de fusió no sigui suficient (Larson, 1990).

L'estereopsi és de gran importància en els esports on es necessiten ràpids càlculs de les distàncies entre diferents elements de joc, és a dir, que permet al jugador calcular correctament la distància a la que es troben els adversaris, porteria, etc. Generalment, és més important en els esports de pilota, ja que és important per calcular la velocitat i direcció de la mateixa (Buys, 2002).

1. Test de làmines vectogràfiques American Optical

Aquest test consta de quatre files de cinc estímuls circulars cadascun i es mesura a 6m. Un dels estímuls circulars de cada fila es presenta en disparitat creuada i ha de ser fusionat. El subjecte, porta ulleres amb filtres polaritzats, ha de mirar tan ràpid com pugui, quin dels cinc cercles està més elevat en relació als demes (Stine, Arterburn & Stern, 1982).

Fila	Valor normal
1	3.4 +/- 3.5 segons
2	2.6 +/- 2.4 segons
3	3.0 +/- 2.6 segons
4	4.2 +/- 3.7 segons

Tabla 5 Valors de normalitat per fila del test American Optical (Gaceta Optica Nº273)

2. Howard Dolman (1990)

És el test més conegut per a determinar la agudesa visual estereoscòpica. Consisteix en dues barnilles verticals del mateix diàmetre, separades per una distància fixa i que s'observen a una distància a través d'una obertura horitzontal que evita veure l'inici de les barnilles. L'observador ha de moure una de les barnilles fins que consideri que estan equidistants. L'error en la determinació d'aquestes relaciona directament amb la mínima separació que ha d'existir entre els estímuls per tal que s'observi

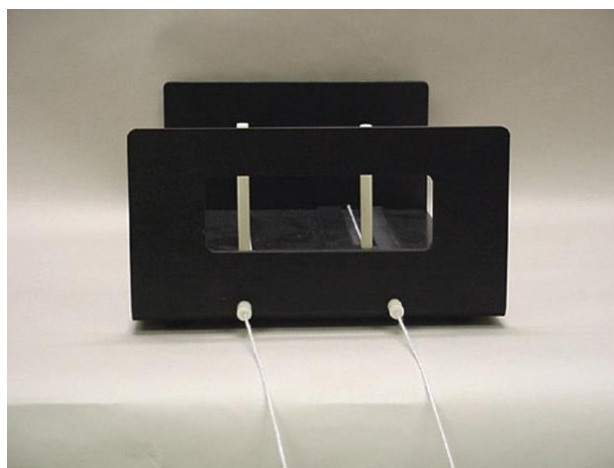


Figura. 21 Howard Dolman 1990

Una gran avantatge d'aquest mètode és que pot evitar la informació monocular de profunditat que pot donar lloc a percepció de profunditat, així com la informació de

profunditat (Teichner & Kobrick, 1956).

l'acomodació o de perspectiva queda pràcticament eliminada, amb lo qual la mesura és bastant exacta (www.bernell.com).

3. Titmus Wirt

És el test d'estereopsi més utilitzat a la pràctica clínica, consisteix en tres tipus de estereogrames, el test de la mosca (Estereo House fly), el dels cercles (Estereotest cercle) i el dels animals (Estereotest animals). Per aquest test es requereixen imatges conegudes com anaglífics que, a través dels filtres polaritzats estimulen ambdues retines, una amb una lleu disparitat binocular, produint una sensació de profunditat.

El pacient emetropitzat s'ubica a uns 40cm amb una bona il·luminació i ha de mirar la mosca la qual té ales translúcides que fan l'efecte de sortir en fora (estereopsi de 3000" d'arc). Seguidament el test dels animals, consta de tres nivells d'animals en la qual només sobresurt un animal i ha de triar quin és (estereopsi 400" d'arc). I finalment el test del cercles (estereopsi 800" d'arc), que permet una discriminació més fina, són 9 quadrats amb quatre cercles en l'interior on només un té elements de disparitat creuada, per lo tant s'observa elevat respecte els altres (Albornoz, Castro, Cerna, Herrera & Lillo, 2012). És difícil trobar test en VLL i la majoria de experts en optometria esportiva el fan servir. Darrerament ha sorgit alguna versió informatitzada.

4. Eye Tracking

SMI Glasses Eye Tracking 3D són un parell d'ulleres que estan preparats per a l'ús immediat de l'avaluació del seguiment binocular 3D.

Compta amb una càmera HD que captura dades de seguiment de mirada molt fiables. Permet practicar diferents esports mentre detecta distància entre ulls el punt de mirada que permet optimitzar la percepció de profunditat.



Figura. 22 Noi jugant al beisbol amb les ulleres Eye Tracking

També està combinat amb 6D Head Tracking suport de seguiment de moviment que afegeix el cap i mitjançant vectors analitza l'entorn real en 3D. És un avanç de les aplicacions dels jocs 3D, estudis de conducció, esport i entorns virtuals a l'aire lliure.

Tot i que no és un instrument específic per l'esport, en el cas de Eye tracking també registra els moviments oculars i la percepció de profunditat. (<http://eyetracking-glasses.com/>).

5.8 Visió perifèrica

La visió perifèrica es defineix com l'habilitat de localitzar, reconèixer i respondre a la informació en diferents àrees del camp visual al voltant de l'objecte sobre el qual es fixa l'atenció (Quevedo & Solé, 2007). La visió central proporciona la màxima agudesa visual, mentre que la retina perifèrica és sensible als desplaçaments i té una funció més característica en la detecció del moviment (Bennet & Rabbets, 1992).

A la pràctica esportiva es considera imprescindible la visió perifèrica, tot i que encara és més important tenir simultaneïtat del centre-perifèria (atenció dividida), ja que permet als esportistes rebre informació visual de l'objecte de fixació i tot allò que passa al seu voltant sense realitzar cap moviment ocular ni de cap.

Anàlisis realitzats demostren que els esportistes tenen camps visuals més amplis (Fradua, 1993; Gageeva, 1969; Hobson & Henderson, 1941) i que els esportistes amb millors resultats tenen millor camps que els de menor categoria (William & Thirer, 1975; Getz, 1978)

1. P.A.T.T. (Peripheral Awareness Tester/Trainer)

La velocitat de la resposta depèn de la sensibilitat perifèrica, de l'atenció al punt de fixació i de la resposta visió-motora. Per mesurar el temps de reacció ull-mà en camp perifèric es fa servir el PATT (Peripheral Awareness Tester/Trainer) (Buys, 2008).

Aquest instrument es col·loca 50cm i s'alinea la llum central amb els ulls de l'esportista, se selecciona el programa amb 8 llums, l'aparell estarà situat sobre una superfície d'un color que no destaquï, és important que el subjecte miri la llum central en tot moment i que mogui un joystick en la direcció en la que percebi encendre aleatòriament les llums perifèriques (Coffey & Reichow, 1990).

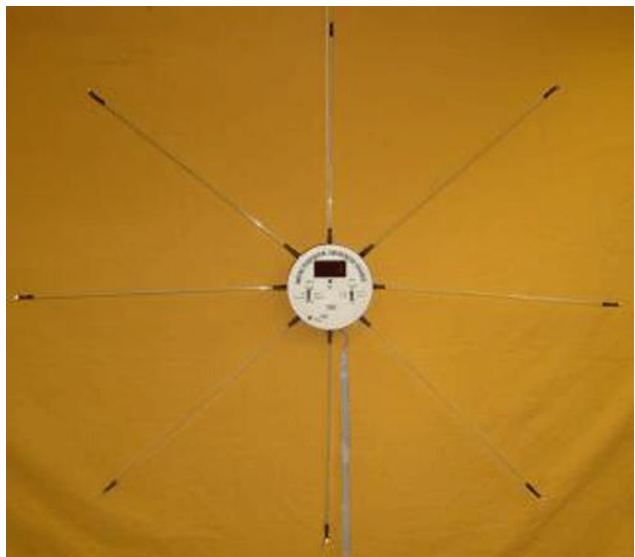


Figura. 23 P.A.T.T

Valor normal: mesura dels vuit meridians avaluat per dos intents 0.378 ± 0.133 (PSVPP, 1985).

2. AcuVision 1000

A diferència de l'anterior, aquest sistema mesura l'habilitat de l'esportista per dirigir una resposta motora amb la mà fins un punt precís (Beckerman, 1993). L'esportista es situa a uns 75 cm de l'instrument que consta d'un taulell amb llum de fixació central i en el qual s'aniran encenent llums aleatòriament. La tasca del subjecte

és detectar la llum perifèrica i respondre amb un moviment de la mà dirigint a la llum (Quevedo, 2010).



Figura. 24 AcuVision 1000

3. Taquistoscopi

Aquest aparell permet projectar durant un curt espai de temps un material visual. A l'exploració visual de l'esportista, el material que projecta consta d'una sèrie de números o lletres. Se li demana al pacient que identifiqui el primer i l'últim dígit de les diferents sèries projectades en una fracció de temps. També es pot establir la fixació en el número o la lletra més de la dreta o la esquerra de la sèries projectades i identificar el major número d'elements possible de cada una de les sèries (Quevedo, 2010).

5.9 Temps de reacció visual

El temps de reacció visual és l'espai de temps transcorregut entre la percepció del estímul i la emissió ràpida i eficaç de la resposta per part del subjecte (Garcia, Martin, & Nieto, 1994). Quan menys tardi el subjecte en identificar l'estímul, més ràpid es donarà la resposta del jugador contra l'adversari.

Per valorar el temps de reacció total s'han de realitzar dues mesures:

1. El temps de reacció sensitiva: Temps que tarda el subjecte en percebre l'estímul visual
2. El temps de reacció motora: Temps que tarda el subjecte en executar la resposta des que percep l'estímul.

Si s'augmenta la velocitat de l'estímul, disminueix l'efectivitat del seu reflex total. Si aquest reflex és automàtic, l'actuació de l'atleta serà més eficaç (Hick, 1952).

En els esports d'equip el temps de reacció visual és més important en alguns jugadors que en altres, depenent de la funció que realitzin. Per exemple, el porter d'un equip de futbol o hoquei és el que posa més a prova el seu temps de reacció visual ja que ha de respondre de manera ràpida a una gran diversitat de situacions (Cockerill & MacGillivray, 1981).

1. Speed-Trac

És una pista flexible que fa servir 32 llums per simular el moviment d'un objecte com podria ser una pilota de beisbol, de tennis o disc de hoquei. Treballa conjuntament amb el Wayne Sacàdic Fixator que mesura i entrena l'anticipació i l'estimació de la velocitat. L'usuari activa el control de mà o sensor infraroig quan la llum arriba a una certa posició del Speed-Trac. Wayne Fixator congela el moviment de les llums i mostra el temps de reacció amb una precisió d'una mil·lèsima de segon (www.wayneengineering.com).



Figura. 25 Speed-Trac

5.10 Coordinació ull-mà

La importància de la coordinació ull-mà no varia en els diferents esports, i els seus resultats mai han estat normalitzats. L'equipament utilitzat per l'examen consisteix en un panell vertical en el qual hi ha interruptors que l'il·luminen. Els instruments es poden programar de dues maneres. En ambdós casos el subjecte haurà pressionar el botó, com a resposta quan s'encengui. L'instrument a l'atzar presenta un altre estímul lluminós, així consecutivament, durant un temps preestablert i al final apareix al marcador el número total d'estímuls apagats. La mesura de la coordinació ull-mà a la PSVPP (Pacific Sports Visual Performance Profile) són registrades per dos instruments diferents en la seva mida i el número d'estímuls. Eye Span té major mida que el fixador sacàdic de Wayne. La utilització d'aquests instruments fa que els resultats millorin ràpidament, factor a tenir en compte quan s'utilitza en l'avaluació clínica dels atletes (Griffith, Voloschin & Gibb, 1983, citat per Buys (2002)).

1. Eye Span o Fixador Wayne

La mesura de la coordinació ull-mà són preses en dues proves diferents. A la primera el subjecte no té límit de temps per donar la resposta, i en la segona el subjecte ha de respondre a l'estímul en 0.75 segons, ja que en aquet temps s'encendra a l'atzar el següent estímul. La prova ha de durar en totes les seves formes 30 segons.

Per al model A i I: en aquest model l'esportista ha de prémer ràpidament la llum per tal d'apagar-la i automàticament s'encendra una altra llum aleatòria, l'objectiu és apagar tantes llums com sigui possible durant 30 segons.

Per al model B i II: en aquest model l'esportista haurà de prémer al botó abans de que aquest s'apagui automàticament.

Els valors normals són:

Eye Span Mode A	38.70 +/- 5.0
Wayne Mode I	40.50 +/- 8.1
Eye Span Mode B	33.90 +/- 7.8
Wayne mode II	29.1 +/- 6.3

Tabla 6 Valors de normalitat dels models Eye Span i Fixador Wayne

2. SVT 32 light o 80

L'objectiu d'aquest és proporcionar als atletes l'avantatge de formar el seu temps de reacció visual-motora.

Simula un entorn d'habilitat motora tancat, moviment que s'inicia quan la llum s'encén. L'esportista realitza un moviment ràpid, colpejant amb més velocitat que la següent llum. Es pot comprovar el temps de reacció d'una llum a través de 400 llums, ja que cada llum individual pot ser programada 5 vegades.

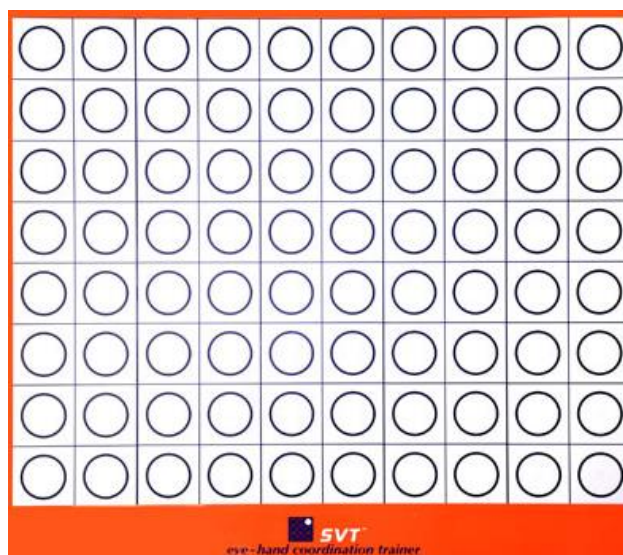


Figura. 26 SVT 80 light

El mode reacció limita a l'entorn de l'habilitat. És un moviment que es produeix en resposta a una altra acció iniciada. En aquest tipus de prova el temps de reacció s'estableix per l'examinador. Per exemple, si la llum està programada per arribar a

0.50 segons i una persona és capaç de colpejar el 80% de les llums a aquesta velocitat, el temps de reacció es redueix a 200 milisegons. Es pot dissenyar la pròpia seqüència de llums en funció de l'esport (Elmurr & Rutz, 2013).

5.11 Coordinació ull-cos

En l'esport de competició habitualment s'impliquen canvis en el centre d'equilibri corporal en resposta a variacions de la informació visual.

La taula d'equilibri electrònica de Wayne en combinació amb el fixador sacàdic permet avaluar la velocitat de resposta ull-cos dels atletes variant el centre d'equilibri en quatre direccions diferents. El protocol específic d'aquesta complicada prova requereix l'equilibri del subjecte en el centre de la balancí, el qual permet moviments laterals, endavant i enrere. En el fixador sacàdic apareix a l'atzar un estímul lluminós en qualsevol de les quatre direccions. Quan el subjecte inclina el balancí en la mateixa direcció que la posició de l'estímul, la llum s'apaga i s'aconsegueix un punt i en l'instrument apareix el següent estímul lluminós.

En esports com el futbol i l'esquí, els quals tenen una elevada demanda de propiocepció i precisió en canvis del centre d'equilibri de la part inferior del cos, la coordinació ull- cos té gran importància.

1. Fixador Sacàdic Wayne amb taula electrònica d'equilibri

L'instrument electrònic es col·loca a 2.44 m del fixador sacàdic. La il·luminació és crítica per fer correctament la mesura. La prova es realitzarà després que el subjecte hagi efectuat la prova ull-mà i estigui familiaritzat amb l'instrument. El temps d'exposició de cada estímul és de 0.75 segons. En el fixador sacàdic de Wayne s'ha de seleccionar el programa d'equilibri, que utilitza quatre estímuls lluminosos (3, 6, 9 i 12 posicions horaris). L'esportista s'ha d'inclinar en la direcció del estímul lluminós, que estarà encès fins que es doni la resposta. S'anotarà el valor que indiqui el marcador per a cada test. Els valors normals són: Per 30 segons 34.6+/- 6.2 (PVSP, 1985).



Figura. 28 Fixador Sacàdic Wayne amb balancí.

6. Conclusions

Durant la selecció de proves per l'avaluació de les habilitats, s'han trobat diversos punts rellevants que presentem a continuació com a conclusions d'aquest treball:

- La capacitat visual dels esportistes està determinada per tots aquells factors ambientals i personals, ambdós força canviants .
- És de gran importància per l'esportista valorar les seves habilitats visuals per tenir un punt de partida sobre el que recolzar el rendiment.
- Excepte en els tests optomètrics convencionals, la resta de proves no estan avalades per estudis que garanteixin la legitimitat de la mesura. Tot i així, algunes segueixen les pautes de la PSVPP.
- Alguns instruments com el Wayne Saccadic Fixator o Acuvision avaluen moltes habilitats, cosa que resulta poc específic i per tant, contrari a les necessitats de l'optometrista especialitzat.
- Sens dubte, cal millorar i augmentar el nombre i la qualitat dels aparells existents a l'actualitat. Les noves tecnologies molt possiblement ajudaran a aconseguir aquesta fita.

7. Referències

A

Aguilar, M., Mateors, F., (1994) Óptica Fisiológica II. Serv. Publicaciones Universidad Politécnica Valencia

Artigas, JM. Et al. (1995) Óptica fisiológica. Psicofísica de la visión. Interamericana McGraw-Hill. 1º ed.

Albornoz, S., Castro, F., Cerna, I., Herrera, N. Lillo, T. Estereopsis y test de esteropsis. González, M. Tecnología médica. Mayo 2012. [Facultad de Medicina].

Antúnez, A. La interpretación en la portera de balonmano. Efectos de un programa de entrenamiento perceptivo-motriz. Universidad de Murcia. Julio 2003. ISBN: 84-933443-6-2.

B

Buys, H. The development of norms and protocols in sports visión evaluation. Dissertation Magister Philosophiae. Johannesburg: Rand Afrikaans University; 2002.

Baker, J. Horton, S. Robertson-Wilson, J. Wall, M. (2003) Nurturing sport expertise: factors influencing the development of elite athlete. Journal of sports science and medicine 2, 1-9.

Beckerman, S., Hitzeman, S. Vision evaluation protocols for the 2010 AAU junior olympic games. American Optometric Association. July 2010. Disponible a: <http://www.aoa.org/documents/SVS/2010%20Jr.%20Olympics%20Protocols.pdf>.

Berman, A.B. (1993). Clinical evaluation of the athlete. En John G. Classé (Ed.), Optometry Clinics, Vol. 3, Pt. 1, (pp.1-26). Norwalk, Connecticut: Appleton & Lange.

C

Coffey, B., Reichow, AW.(1990) Optometric evaluation of the elite athlete. The pacific sports visual performance profile. Problems in Optometry.;1(2):32-58.

Crespo, M. (2007) La visión en el tenis: Aspectos prácticos. Programa ITF para la formación de entrenadores. Coach education series.

Cockerill, I.M., MacGillivray, W.W. (1981) *Vision and Sport*. Cheltenham: Stanley Thornes.

D

David, W., Evans, Ph.D, MBA. Contrast Sensivity Expert. Instrument of Choice. Vector Vision-. 1850 Livingston Rd [22diciembre2012]. Disponible en <<http://www.vectorvision.com/html/csv1000.html>>

Damari, D., Taub, M., Dumas, J., A (2011) System for Vision Therapy in Primary Care Practice. America Academy of Optometry.

Díaz, S., Gómez, A., Jiménez, C., Martínez, MP. (2004) Bases optométricas para una lectura eficaz. Cabranes, M. Nácher, B.

E

Edmunds, FR. (1993) Olympic Vision Centre: Preliminary results. Contact Europe , 1. (Bausch&Lomb, European Headquarters, Kingston upon Thames).

Erickson, G.B. (2007) *Sports Vision. Vision care for the enhancement of sports performance*. Philadelphia: Butterworth&Heinemann.

Elmurr, P. Rutz, T. SVT eye-hand coordination trainer. Sidney 2011. Consultat 02 febrer 2013. Disponible a: <<http://www.sportsvision.com.au/information/about-us/>>.

G

Groffman, S.(1966) Visual tracing. J Am optom Assoc;37:139-141.

Galetta, K., Brandes, L., Maki, K., Dziemianowicz, M., Laudano, E., Allen, M., Lawler, K., Sennett, B., Wiebe, D., Devick, S., Messner, L. (2011) The King-Devick test and sports-related concussion: Study of rapid visual screening tool in a collegiate cohort. Elsevier. Journal of the Neurological Sciences -11942;Nº 6

García, MT,. Martín, Y., Nieto, A.(1994) Visión deportiva. Monografías de Gaceta. Gaceta Óptica Nº 273.

Gallaway, M., Aimino, J., Sheiman, M.(1978) The effect of protective sports eyewear on peripheral visual performance task. Journal of the A.O.A Volumen 5, numero 4.

Gregg, JR.(1987) Vision and Sports. Stoneham, Massachusets: Butterworths.

Grosvenor, T.P.(1989) Primary care Optometry.

Grishman, D. (1980). The dynamics of fusional vergence eye movement in binocular dysfunction. Am J Optom Physion Opt; 57:645-655.

Garzia, R.P., Richman, J.E., Nicholson, S.B., Gaines, C.S.(1990) A new visual-verbal saccade test: *the development eye movement test (DEM)*. J Am Optom Assoc. 1990 Feb;61(2):124-35.

H

Hayness, H.M.(1960) Clinical observation with dynamic retinoscopy. Optom Weekly 51:2243-2246.

Henderson, K.Binocular Vision. Vision training central, *Why two eyes are better than one most of the time*. 2009 [Data de consulta 22 decembre 2012] Disponible a : <<http://www.sportsvisionmagazine.com/training/vision/bv001.html>>

Hitzeman, S.A., Beckerman, S.A. (1993) What the literature says about sports vision. *Optom Clin*, 3 (1), 145-169.

K

Kirscher, D.(1993) Sports Vision Training Procedures. En John G. Classé (Ed), *Optometry Clinics*, Vol. 3, Pt. 1. Norwalk, Connecticut: Appleton & Lange.

L

Loera, J. Visión y Deporte. Salud. 2002, [En línia],[Consulta: 30 abril 2013] Disponible a <<http://www.aerobics.com.mx/scripts/articulos/contenido.asp?id=212>>

Loran, D.F., MacEwen, C.J. (1995) *Sports Vision*. Oxford: Butterworth&Heinemann

Long, G.M., Penn, D.L. (1987) Dynamic Visual acuity: Normative functions and practical implications. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 25, 253-256.

Long, G.M., Garvey, P.M. (1988) The effects of target borders on dynamic visual acuity: Practical and theoretical implications. *Perception*, 17, 745-52.

M

Matilla, T., Bueno, G.(2003) Terapia de Acomodación. Consulta de Optometría. *Gaceta Óptica* Nº 370.

Maples, W.C., Flick, J.W.(1988). Interrater and test-retest reliability of pursuits and saccades. *J. Am Optom Assoc*;59:549-552.

P

Pomerance, GN., Evans, DW. (1994) Test-Retest Reliability of the CVS-1000 Contrast Testand its Relationship to Glaucoma Therapy. Invest Ophthalmol Vis Sci;35:3357-3361.

Pierce, JR., Greenspan, SB. (1971) Accommodative rock procedures in VT-A clinical guide. Optom Weekly;62 (33).

Palomar, F.J. (1991) Anillo-Disco Palomar: Optotipo Universal para determinar la agudeza visual. Ver y Oír, 61, 29-35.

Q

Quevedo, Ll., Sillero, M., Plou, P.(2007) Protocolo básico de evaluación de las habilidades visuales de los deportistas. IX Jornadas de Medicina del Deporte de alto nivel. Madrid: Comité Olímpico Español. Comisión médica.

Quevedo, Ll., Aznar-Casanova, JA., Merindano, D., Cardona, G., Solé, J. (2011) Comparison of Dynamic Visual acuity between water polo players and sedentary students. Research Quarterly for Exercise and Sport, 82, 4: 644-651.

Quevedo, Ll., Evaluación de la agudeza visual dinámica. Una aplicación en el contexto deportivo. Terrassa 2007.

R

Rouse, MW., Hutter, RF., Shiftlett, R.(1984) A normative study of the accomodative lag in elementary schoolchildren. Am J optom Physiol Opt; 61:693-697.

Rodríguez, V., Gallego, I., Zarco, D.(2010) Visión y deporte.Glosa: Barcelona.

S

Sánchez, P., Aguilar de Armas, I. Fuentelsaz, C. Moreno, MT. Hidalgo, R.(2005) Fiabilidad de los instrumentos de medición en ciencias de la medicina. Enferm ;15:227-36. Vol 15 Num 04.

Siderov, J., DiGuglielmo (1991) L. Binocular accomodative facility in prepresbyopic adults and its relation to symtoms. Optom Vis Sci; 68:49-53

Salvador, M., Sagarra, A., Russell, L. La percepción y las habilidades visuales: *selección de las invariantes de contenido psicológico a entrenar en el boxeo escolar*

[En línea] 2008, Núm. 119 [Consulta 25 Abril 2013]
<<http://www.efdeportes.com/efd119/boxeo-escolar-cubano.htm>>

Solè J., Quevedo LI., Massafred, M., Planas, A. (1999). Perfil y estudio comparativo de las habilidades visuales de jugadores de baloncesto en función del sexo y nivel de rendimiento. Actas del IV Congrès de les Ciències de l'Esport, l'Educació Física i la Recreació. Lleida: INEFC Lleida.

Scheiman, M., Wick, B.,(1996) Tratamiento Clínico de la Visión Binocular. Disfunciones Heterofóricas, Acomodativas y Oculomotoras. Madrid.

Scheiman, M., Gallaway, M., Frantz, K., et al . (1991) The effect of stimulus variables on the near point of converge. Am Acad Optom, Los Angeles.

Stine, C.D., Arterburn, M., Stern, N.S. (1982) Vision and Sports: A review of the literature. *J Am Optom Ass*, 53, 627-633.

Sensor Motorinc Instruments. SMI. Consultat Abril 2013. Disponible a <<http://www.eyetracking-glasses.com/>>.

T

Teichner, W., Koblrick, J. Effects of Viewing Distance with the Howard-Dolman Apparatus. 1956. Reprinted from Journal of the optical society of America, Vol 46, Nº10,pp, 837-840. Disponible a: <<http://nsrdec.natick.army.mil/LIBRARY/36-58/R56-43.pdf>>.

V

Vodnoy, B., Andrews, C., Shearer, C. (2013) Vision training Products 1954. Bernell corporation. Consultat: 15 març 2013. Disponible a: < <http://www.bernell.com/>>.

W

Williams, A., Davids, K., Williams, JG. Visual Perception and Action in Sport. (1999). London: Routledge.

William, M. Perceptual and Cognitive Expertise in Sport. Sport and Exercise. 2002. The Psychologist.Vol 15 Nº 8.

Wayne, 1997.Consultat Gener 2013.Disponible a: <http://www.wayneengineering.com/>>